



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UNB
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - IG

**DISPONIBILIDADE HÍDRICA POTENCIAL NA ÁREA URBANA DA REGIÃO
ADMINISTRATIVA DE SÃO SEBASTIÃO – DF PARA AUXÍLIO DA GESTÃO HÍDRICA**

Ana Carolina Argolo Nascimento De Castro

Prof. Dr. Tatiana Diniz Gonçalves

Orientadora

Brasília

Janeiro, 2015

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UNB
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS – IG**

**DISPONIBILIDADE HÍDRICA POTENCIAL NA ÁREA URBANA DA REGIÃO
ADMINISTRATIVA DE SÃO SEBASTIÃO – DF PARA AUXÍLIO DA GESTÃO HÍDRICA**

**Artigo apresentado ao curso de Pós-graduação de
Especialização em Geoprocessamento Ambiental da
Universidade de Brasília, como requisito parcial para
obtenção do grau de Especialista em Geoprocessamento
Ambiental**

Orientadora: Prof. Dr. Tatiana Diniz Gonçalves

BRASÍLIA

Janeiro, 2015

DISPONIBILIDADE HÍDRICA POTENCIAL NA ÁREA URBANA DA REGIÃO ADMINISTRATIVA DE SÃO SEBASTIÃO – DF PARA AUXÍLIO DA GESTÃO HÍDRICA

Ana Carolina Argolo Nascimento de Castro
Tatiana Diniz Gonçalves

Universidade de Brasília – UnB/IG
Campus Universitário Darcy Ribeiro, 70910-900, Brasília DF, Brasil
anacarolinaargolo@yahoo.com.br

Resumo A região da cidade satélite de São Sebastião possui abastecimento de água através dos subsistemas F e F/Q/M, abastecendo em torno de 97.977 habitantes. A compreensão do meio físico e do comportamento do aquífero é de suma importância para a gestão e sustentabilidade. Esse trabalho usa o geoprocessamento como ferramenta para gestão hídrica da área com a integração dos mapas temáticos digitais que permitiram estimar as a capacidade máxima de retenção de água dos solos e o índice de disponibilidade hídrica da região.

Palavra chave: Sistema de Informação Geográfica, água subterrânea, recursos hídricos, , disponibilidade hídrica.

Abstract. The region of São Sebastião city has a water supply provided by the subsystems F and F/Q/M, supplying around 97,977 inhabitants. Understanding the physical environment and the aquifer behavior is extremely important for its management and sustainability. This work uses the geoprocessing as a tool for water management of the area with the integration of digital thematic maps allowed to estimate the maximum capacity soil water retention and water availability index in the region.

Keywords: Geographic Information System , groundwater, water resources, water availability.

INTRODUÇÃO

A água tem se tornado um bem cada vez mais escasso. Armazenar e diminuir seu consumo são focos de diversas pesquisas que visam garantir esse recurso para gerações futuras. A água subterrânea, por exemplo, além de ser um bem econômico, é considerada uma fonte imprescindível de abastecimento para consumo humano.

No Distrito Federal (DF) a impermeabilização de áreas de recarga, o desmatamento, a compactação dos solos e a construção inadequada de sistemas de captação estão entre os maiores problemas relacionados à exploração de água subterrânea.

O objetivo desse trabalho é avaliar o impacto da urbanização no ciclo hidrológico da região de São Sebastião no DF e fornecer subsídios para desenvolvimento de um sistema de monitoramento do crescimento urbano e da demanda de água a ele associado. Assim, os objetivos específicos são: mapear, a partir de técnicas de geoprocessamento, a distribuição espacial da disponibilidade hídrica em função do uso e ocupação do solo na área de estudo e analisar a relação entre a disponibilidade hídrica e o consumo de água da região.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está situada na Região Administrativa de São Sebastião, no planalto Central e abrange uma área de aproximadamente 10.000.000 m² (*Figura 1*).

A precipitação exerce grande influência na quantificação de recursos hídricos disponíveis e é determinante de excedente ou déficit hídrico, ela tem papel importante no ciclo hídrico e interfere diretamente nos processos de infiltração, escoamento e recarga de aquíferos.

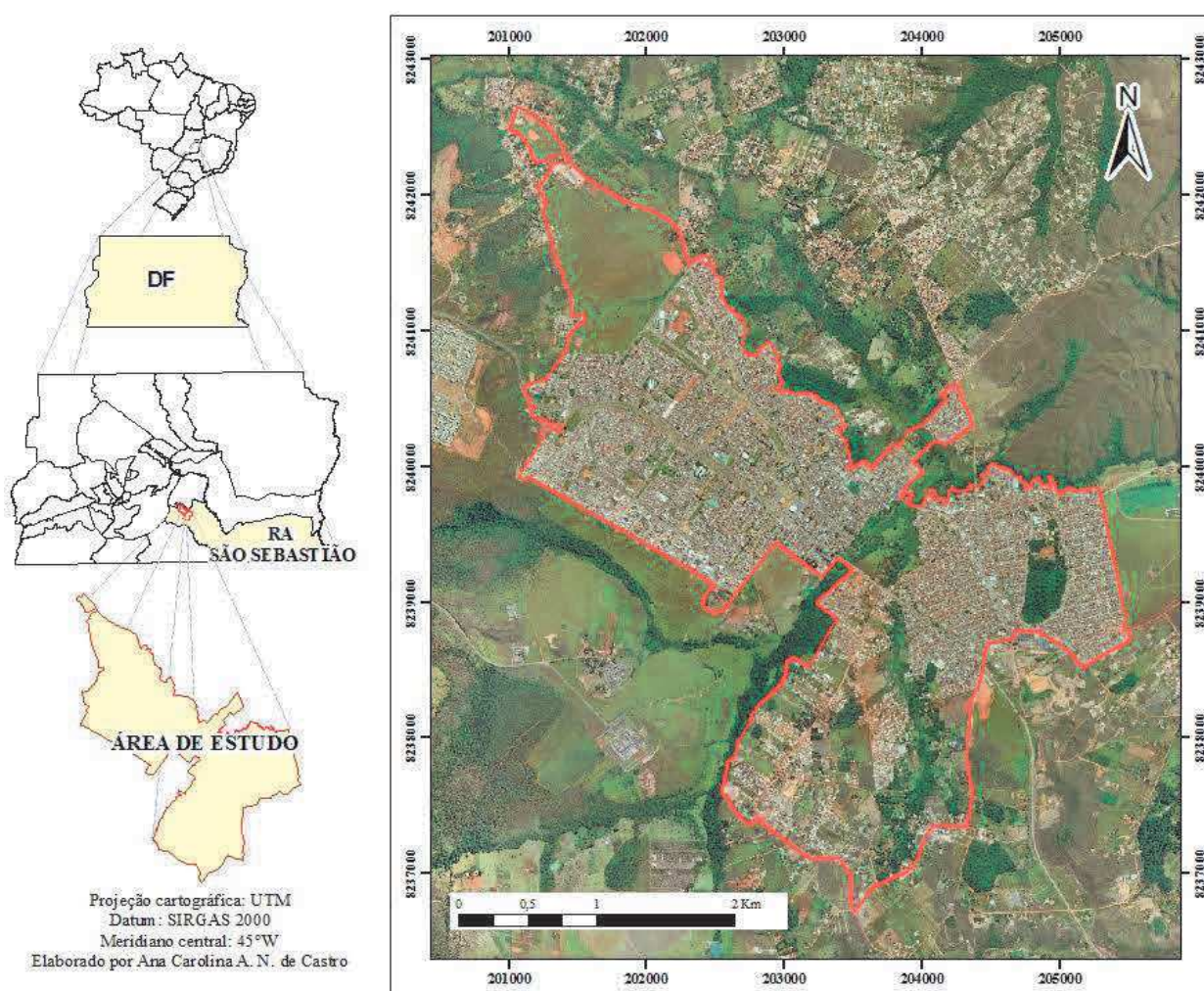


Figura 1 - Localização da área de Estudo.

Clima

O clima predominante na região, segundo a classificação de *Köppen*, é Tropical de Savana, com forte sazonalidade, ou seja, um período quente e úmido, entre outubro e abril, que concentra 80% da precipitação anual e um período frio e seco, que vai de maio a setembro. A média anual de precipitação é de 1.600mm.

Vegetação

Numa análise geral da área de estudo, em imagens de satélite e *in loco*, verificou-se existir formações campestres, em processo crescente de degradação, por isso nomeadas formações campestres antropizadas, além de formações florestais do cerrado.

As formações campestres, na área de estudo é composta pela vegetação campo sujo, caracterizada pela presença evidente de arbustos e subarbustos entremeados no estrato arbustivo-herbáceo (EMBRAPA, 2008).

Segundo EMBRAPA (2008) As formações florestais do cerrado estão associadas ao curso d'água, e exercem o papel fundamental de dar proteção aos solos que se encontram à margem, minimizando os processos erosivos ali existentes e seu respectivo assoreamento.

Hidrogeologia

Os aquíferos da região de estudos são divididos em dois domínios: poroso e fraturado. Os aquíferos do domínio poroso estão associados ao manto de intemperismo, no qual a água está armazenada nos espaços intergranulares dos materiais constituintes (solos e saprólitos) (GONÇALVES et al., 2007).

Conforme Gonçalves et al. (2007) os aquíferos porosos são armazenadores de água e possuem importante papel no processo de recarga do aquífero. Freitas-Silva & Campos (1998) propõem quatro sistemas baseado na condutividade hidráulica e espessuras dos solos, são eles P1, P2, P3 e P4.

Segundo Campos (2004), os aquíferos do domínio fraturado são caracterizados pelos meios rochosos, onde os espaços ocupados pela água são representados por descontinuidades planares, ou seja, planos de fraturas, microfraturas, diáclases, juntas, zonas de cisalhamento e falhas.

Esse domínio é dividido em quatro conjuntos distintos, denominados de sistemas aquíferos Paranoá, Canastra, Araxá e Bambuí. O sistema Paranoá foi subdividido nos subsistemas S/A, A, R3/Q3, R4 e PPC. O sistema Canastra foi subdividido nos subsistemas F e F/Q/M.

Na área de estudo ocorrem os sistemas P1, P2 e P4 (domínio poroso), desenvolvido sobre os subsistemas F – filitos (Cf) e F/Q/M – filitos, quartzitos e mármore (Ccf) (domínio fraturado), conforme *Figura 2*.

O sistema P1 caracteriza aquíferos do tipo intergranulares contínuo, livres, de grande extensão lateral, com importância hidrogeológica local relativa elevada. Assim, representa o sistema com maior risco natural à contaminação por diversos tipos de poluentes potenciais.

O sistema P2 caracteriza é composto por aquíferos intergranulares contínuos, livres e de grande distribuição lateral. Este aquífero possui condutividade hidráulica média a baixa. Possui importância hidrogeológica mediana.

O sistema P4 é composto por aquíferos intergranulares, descontínuos e livres. Possui condutividade hidráulica muito baixa. Seu aproveitamento é feito por poços escavados rasos. Ocorre em relevo movimentado em vales dissecados. Sua importância hidrogeológica local é negligenciável.

O subsistema F/Q/M é um subsistema do sistema Canastra constituído por calcifilitos, quartzitos e mármore. As vazões médias são da ordem de 33,0 m³/h. São aquíferos restritos lateralmente, livres ou confinados, descontínuos e heterogêneos. A presença de fendas de dissolução cárstica permite rápida recarga e circulação da água. Possui importância hidrogeológica local muito grande.

O subsistema F é composto por aquíferos fissurais descontínuos, livres e de condutividade hidráulica baixa. Tem importância hidrogeológica local moderada. Apresentam maiores possibilidades onde ocorre interseção de fraturas com foliação de alto ângulo. Esse subsistema possui média de vazões de 7,5 m³/h.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados utilizados nesta pesquisa foram disponibilizados por distintas instituições governamentais locais como a TERRACAP, a SEDHAB, a CAESB e a EMBRAPA. Dados inconsistentes no formato vetorial foram analisados topologicamente e corrigidos de modo a permitir a correta integração dos planos de informação. Todos os dados foram reprojatados para SIRGAS 2000 - UTM Zona 23.

As informações utilizadas nesta pesquisa foram: Mapa de Solos (EMBRAPA, 1978), classificado segundo grupos hidrológicos de solo necessário à confecção do mapa de curva número; Mapa de UST (*Urban Structure Type*) desenvolvido a partir de Ortofotos com resolução de 1m (TERRACAP, 2013); Mapa de Isoietas construído a partir da interpolação dos valores de chuva média plurianual (GONÇALVES et al, 2007) e dado de consumo de água da Região administrativa de São Sebastião (CAESB).

A análise e a integração dos dados foram executadas conforme os passos apresentados no fluxograma metodológico a seguir (*Figura 33*).

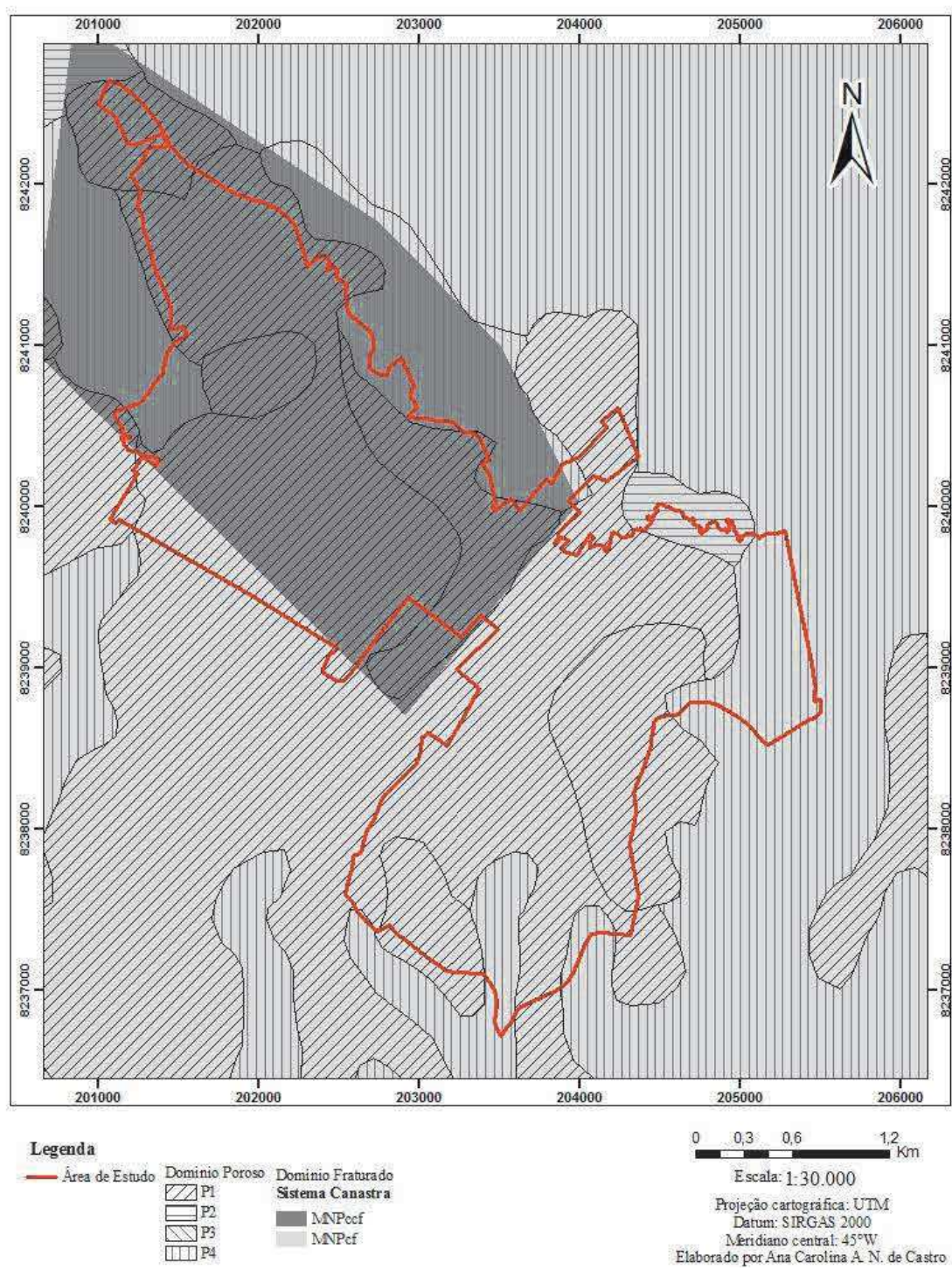


Figura 2 – Mapa Hidrogeológico da área de estudo

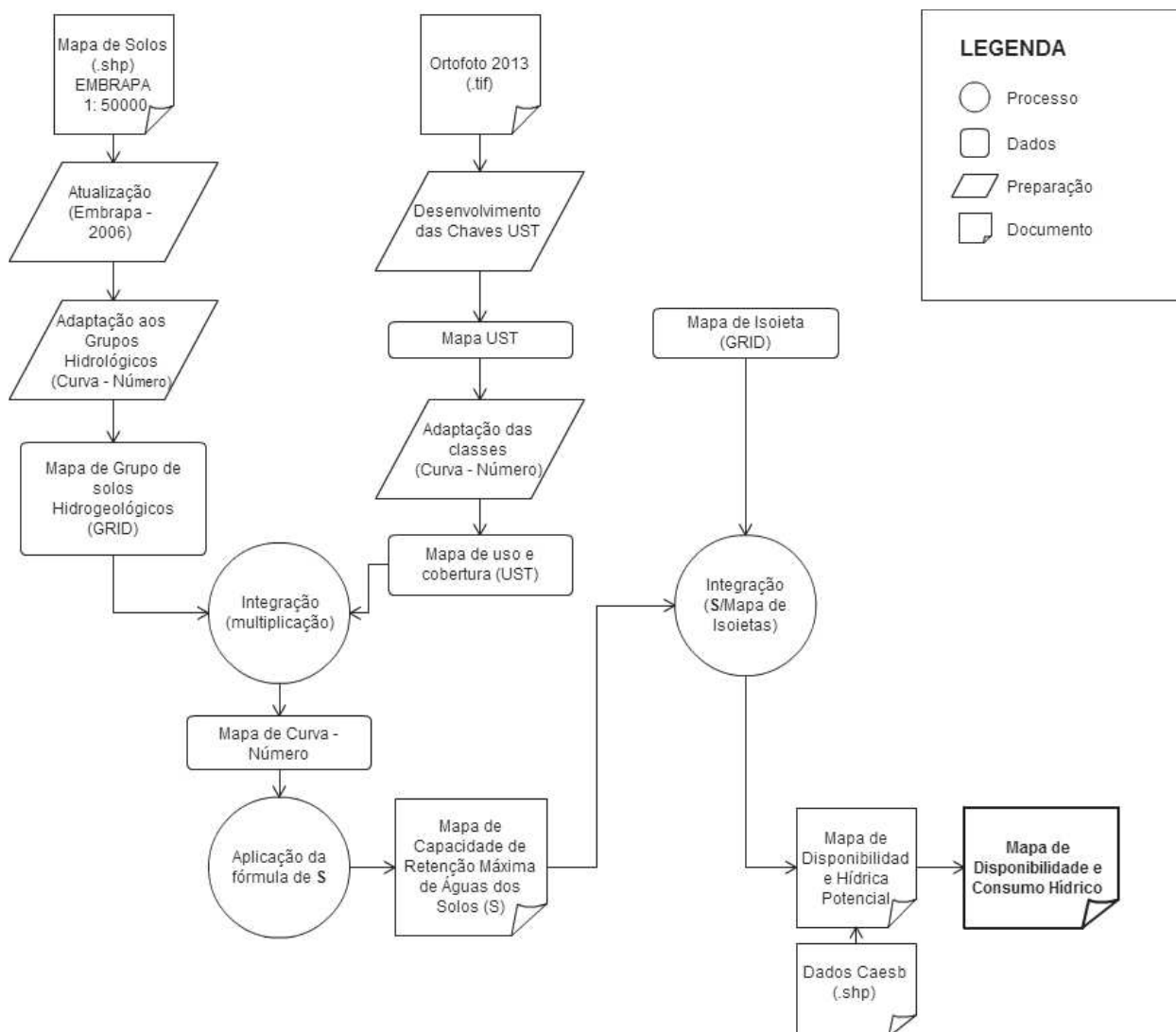


Figura 3 – Fluxograma Metodológico (adaptado de Gonçalves, 2007) .

Tipo de Estrutura Urbana (UST)

Os tipos de estruturas urbanas (*Urban Structure Type - UST*) é numa nova ferramenta de mapeamento de áreas urbanas que consiste na definição de áreas urbana com aspectos homogêneos, que pode ou não incluir diferentes tipologias de construção. Esse processo pode ser feito através da interpretação visual ou por meio de programas computacionais.

Os trabalhos com *UST* no grupo de pesquisa Água-DF começaram com a elaboração de uma chave de classificação (Tabela 1) com base em levantamentos de campo, identificação de pontos significativos *in loco*, marcação da localização com GPS e documentação fotográfica (HÖFER, BAKKER, et al., 2013; HÖFER, 2013). As áreas identificadas originalmente, na área de estudo foram: GS, RH1, RH3, RH4, RH5, C2 e PB.

Com o intuito de atualizar a classificação utilizada e ajustar para o alcance dos objetivos deste trabalho foram feitas algumas adaptações na chave de classificação (Figura 4). Os espaços abertos foram separados entre: área verde (GS), solo exposto / área degradada (DC), formação florestal do cerrado (FCC), formação campestre antropizada (FCA) e reflorestamento (RF). As áreas construídas foram separadas entre residencial (RH) e pública (PB), sendo a residencial separada entre RH1, que correspondem às áreas com baixa densidade de ocupação, RH4 com alta densidade de ocupação e RH5 com média densidade de ocupação. A Figura 5 mostra a exemplificação de cada classe da UST utilizada.

Tabela 1 – Classes UST elaboradas no âmbito do projeto de pesquisa Água-DF

Sigla	Nome
GS	Áreas verdes
CU	Unidades de Conservação
DC	Áreas Degradadas
T	Infraestrutura de Transporte
RA	Áreas de Recreação
Rh1	Unidades residenciais constituídas por casas com baixíssima densidade de ocupação.
RH2	Unidades residenciais constituídas por casas com baixa densidade de ocupação
RH3	Unidades residenciais de casas marginalizadas, periferias
RH4	Unidades residenciais de casas com alta densidade de ocupação
RH5	Unidades residenciais de casas com média densidade de ocupação
RH6	Unidades residenciais de casas em condomínios com jardins, grandes quintais e Piscina
RH7	Unidades residenciais de casas em bairros nobres com grandes quintais, jardins e Piscina
I1	Área industrial
I2	Área industrial e outros usos, tal como comércio
PB	Prédios públicos
RB1	Prédios de apartamento residenciais até 6 andares
RB2	Prédios de apartamento residenciais nas áreas tradicionais, pioneiras do DF
RB3	Prédios de apartamento residenciais com até 35 andares

Fonte: HÖFER, BAKKER, *et al.*, 2013.

O método de classificação escolhido foi o visual manual, que não se baseia nos processos de classificação que utilizam modelos automáticos. A técnica escolhida – visual manual - apresenta grau muito menor de enganos e erros no processo de classificação.

Método Curva - Número (CN)

Com o mapa de uso (UST) feito, foi utilizado o método Curva – Número (CN) para confecção de mapas de capacidade de retenção máxima da água nos solos (S) e disponibilidade hídrica potencial.

Conforme Gonçalves et al.(2009) este método, desenvolvido pelo Serviço de Conservação de Solos (SCS) do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), combina informações de uso e cobertura vegetal da terra com grupos hidrológicos de solos objetivando produzir o mapa de CN, que por sua vez, resulta no mapa de “S”.

Lombardi-Neto et al. (1989) e Sartori (2004) propuseram a metodologia para determinar o CN, redefinindo grupos hidrológicos de solos de acordo com sua natureza física, nos tipos de solos do sudeste brasileiro. Considerando que os solos do Distrito Federal possuem características semelhantes aos solos estudados pelos autores citados, utilizou-se essa proposta na área de estudo (*Tabela 2*).

Tabela 2 – Enquadramento das classes de solo da área de estudo nos grupos hidrológicos propostos por Lombardi-Neto(1989)

Grupo	Classe de solo da área de estudo
A	Latossolo Vermelho (LV) e Vermelho-Amarelo (LVA)
B	Argissolo (P)
D	Cambissolo Háplico (CX) e Gleissolo Háplico (GX)

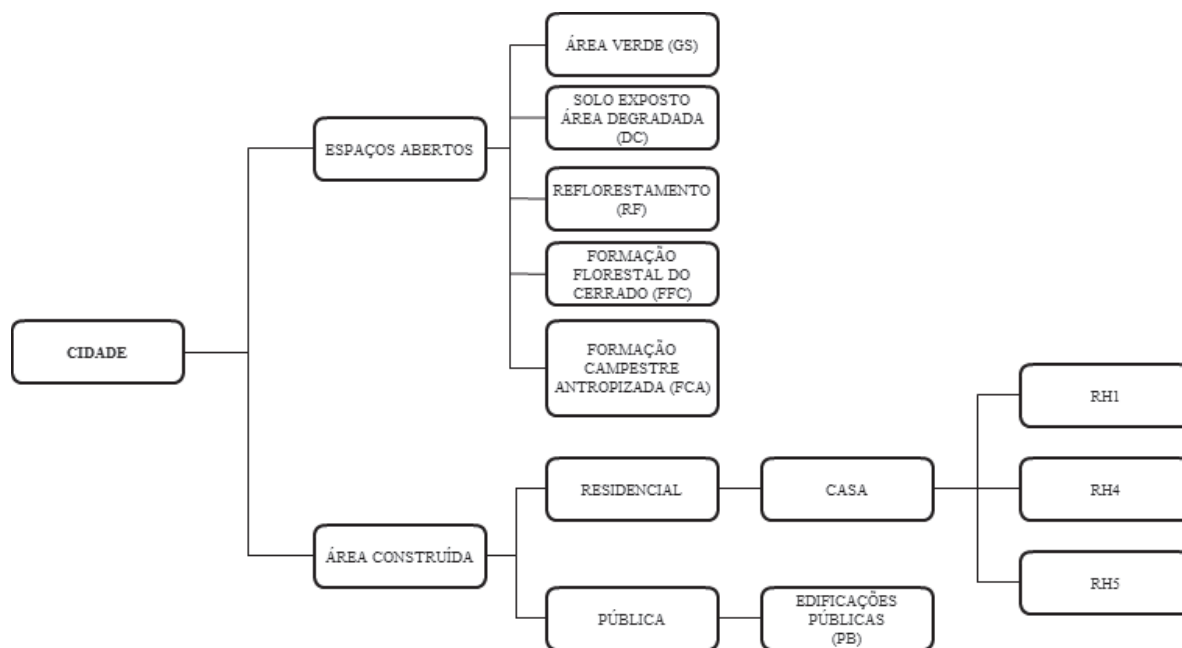


Figura 4 – Hierarquia das classes na chave de classificação UST da área de estudo.

A integração das informações de uso e ocupação e dos grupos hidrológicos é realizada através de uma multiplicação e posterior reclassificação conforme os valores do CN propostos por Lima (2009) e Rawls et al. (1996), onde os valores do CN retratam as condições do solo, variando desde uma cobertura muito permeável (limite inferior, valor = 0) até uma cobertura completamente impermeável (limite superior, valor = 100), (GONÇALVES, 2007).

Ressalta-se que os valores do CN para as classes GS e PB foram baseados em: Rawls et al. (1996) in Sartori (2004) (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores do urva-Número

Uso/solo	A	B	D
Formação Florestal do Cerrado (FFC)	20	40	52
Formação Campestre Antropizada (FCA)	39	61	73
Área Verde (GS)	49	69	84
Reflorestamento (RF)	25	36	64
Construções Públicas (PB)	81	88	93
Baixa Densidade De Ocupação (RH1)	64	75	87
Média Densidade De Ocupação (RH5)	68	79	89
Alta Densidade De Ocupação (RH4)	89	92	95
Solo exposto / Áreas Degradadas (DC)	77	86	94

Fonte: Lima, 2009 e RAWLS et al. 1996 in SARTORI 2004.

Para a determinação da capacidade de retenção máxima de água dos solos (S) é necessário aplicar os valores de CN, a equação (1).

$$S (mm) = (254000 / CN) - 254 \quad (1)$$

Os números 25400 e 254 representam volumes médios de escoamento superficial em função da precipitação.

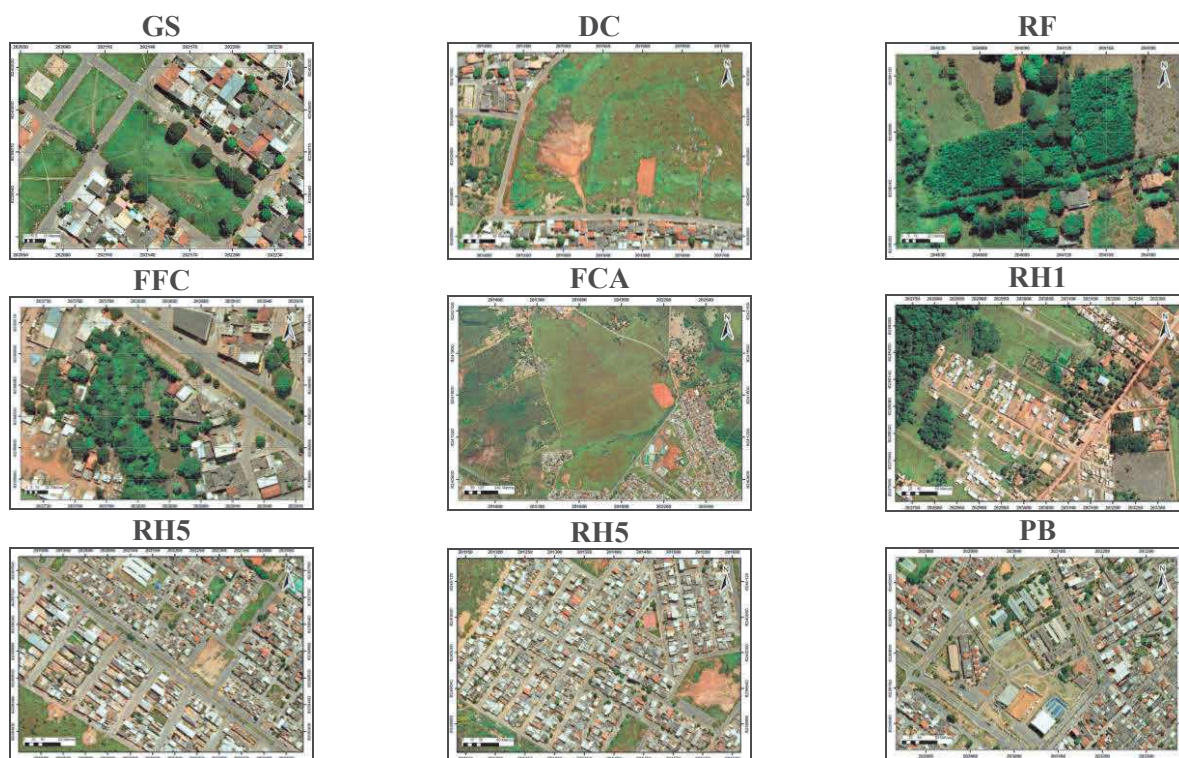


Figura 5 - Classes do mapa de Tipo de Estrutura Urbana (UST).

A Tabela 4 mostra a variação dos valores de S, em que há condições péssimas de saturação ($S=13$), revelando uma superfície bastante impermeável, e condições ótimas ($S=1062$), resultante de uma superfície preservada e permeável.

O índice de disponibilidade hídrica potencial foi obtido a partir da integração do Mapa de Capacidade de Retenção Máxima de Água dos Solos com o Mapa de Isoietas. Esse resultado representa uma estimativa do percentual das chuvas que potencialmente podem infiltrar em cada ponto num longo período de tempo, de forma a se considerar as médias das alturas pluviométricas como um dos fatores controladores dos processos de disponibilização de águas para aquíferos.

O Mapa de Disponibilidade e Consumo Hídrico foi confeccionado a partir da integração do mapa de disponibilidade hídrica potencial e dos dados de consumo da CAESB.

Tabela 4 - Capacidade de Retenção Máxima de Água dos Solos (S)

Uso/solo	A	B	D
Formação Florestal do Cerrado (FFC)	1016	381	234
Formação Campestre Antropizada (FCA)	397	162	93
Área Verde (GS)	264	114	48
Reflorestamento (RF)	762	451	142
Construções Públicas (PB)	59	34	19
Baixa Densidade De Ocupação (RH1)	142	84	37
Média Densidade De Ocupação (RH5)	119	67	31
Alta Densidade De Ocupação (RH4)	31	22	13
Solo exposto / Áreas Degradadas (DC)	75	41	16

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Distribuição de classes UST na área de estudo

O resultado da classificação conforme o tipo de estrutura urbana proposto neste trabalho gerou como resultado o Mapa de Distribuição das Classes *UST* na área urbana (*Figura 6*).

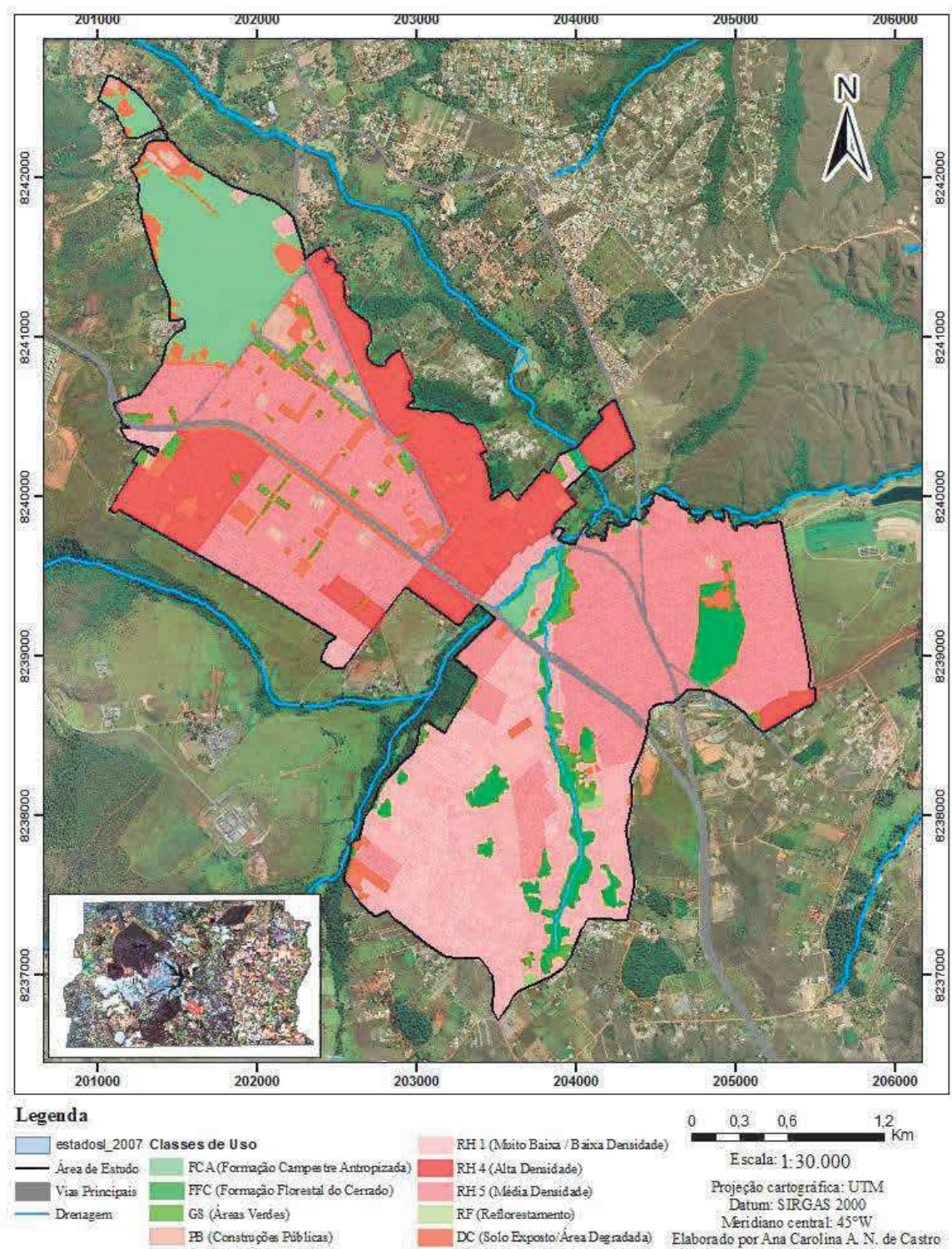


Figura 6 - Distribuição das classes UST na área de estudo

Grupos Hidrológicos dos Solos

O enquadramento das classes de solo da área de estudo nos grupos hidrológicos resultou no Mapa de Grupos Hidrológicos de Solos da Área de Estudo (*Figura X*)

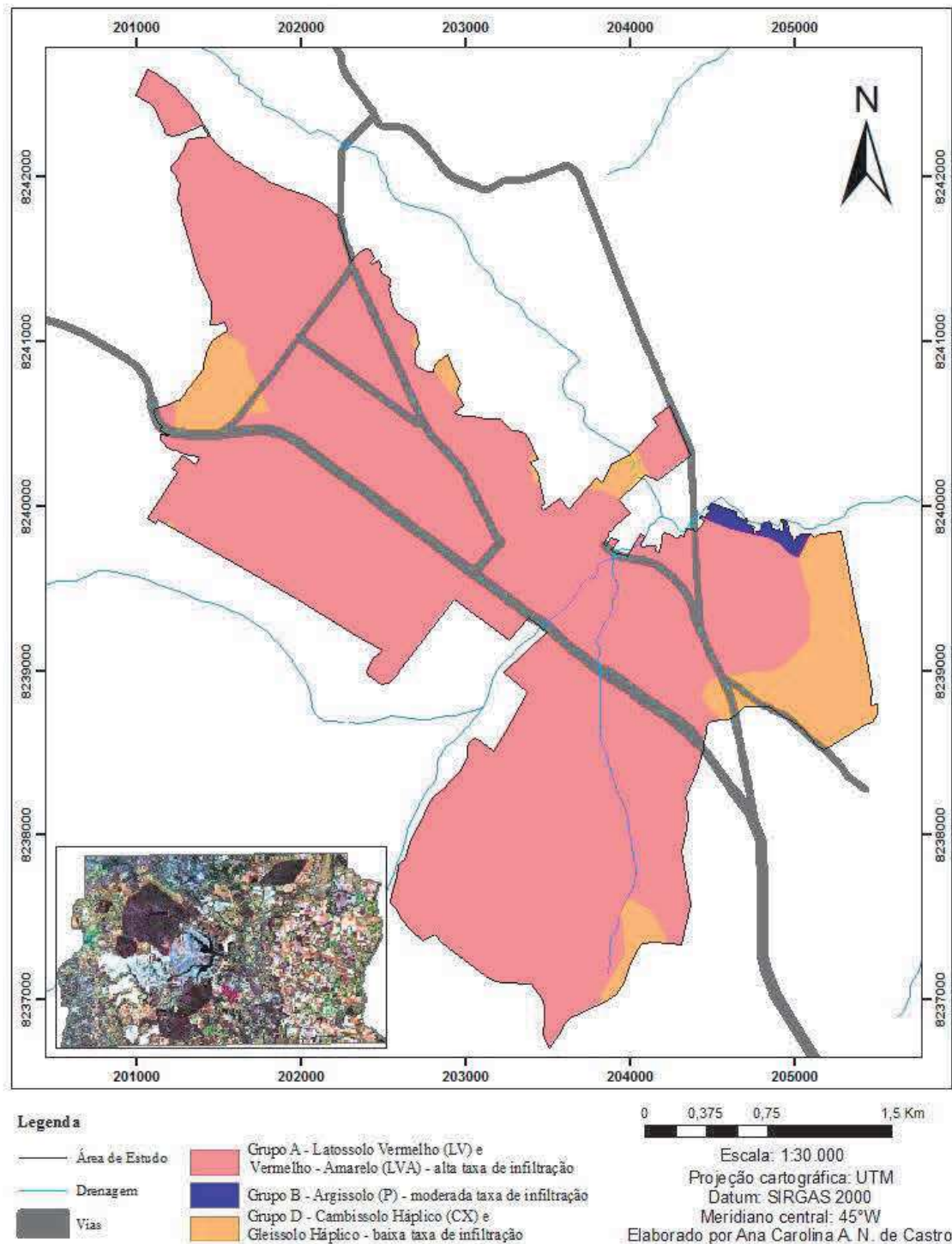


Figura 7 - Mapa de Grupos Hidrológicos de Solos da área de estudo.

Curva – Número

A aplicação da metodologia curva número resulta no Mapa Curva-Número (*Figura X*) em que se observa que os maiores valores estão relacionados às áreas menos permeáveis, em que o escoamento superficial é maior que a infiltração (seja por conta do nível de ocupação da área – relacionado a classe RH4- ou por conta da natureza dos solos – relacionada a solos do grupo hidrológico D).

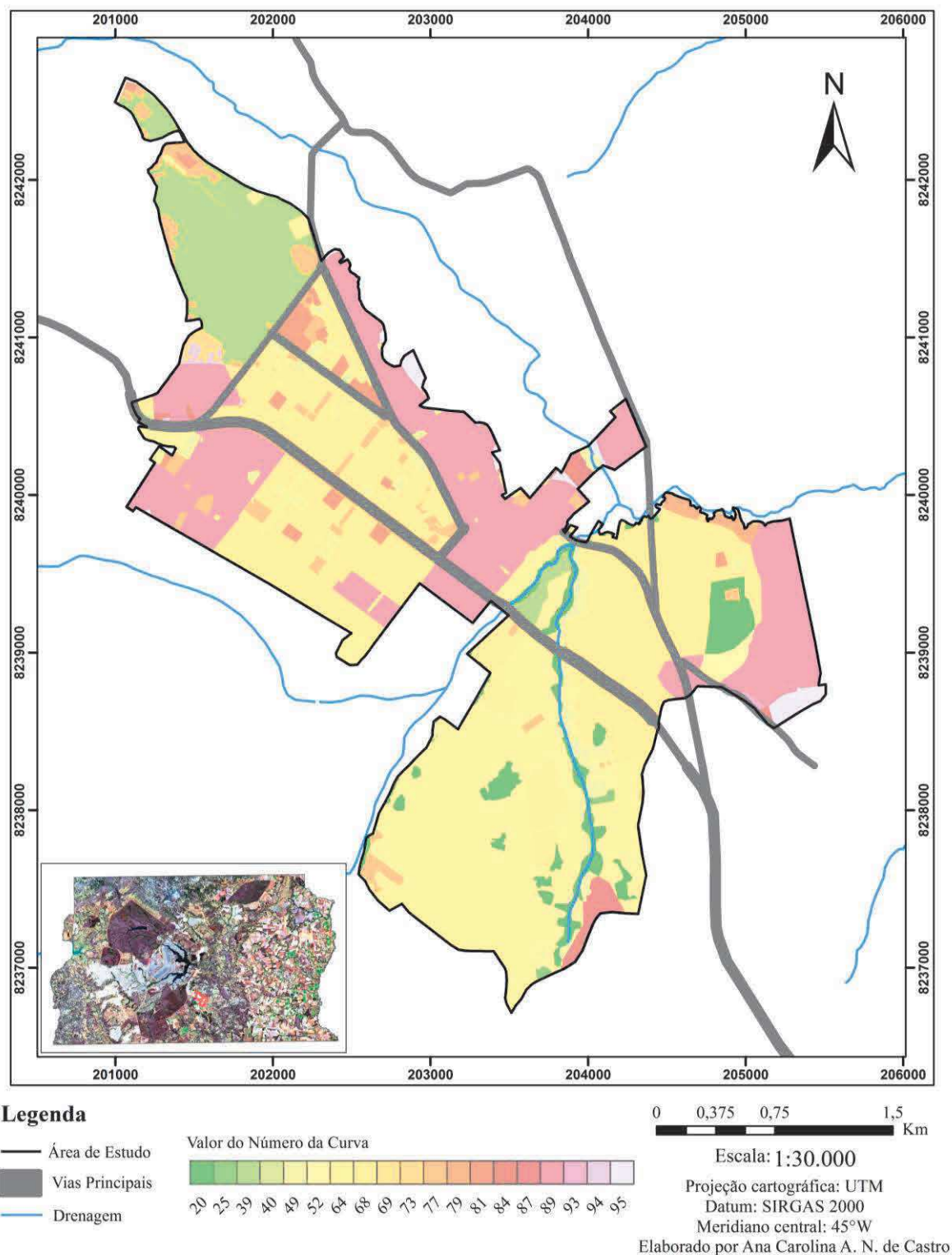


Figura 8 - Mapa de Curva – Número

Capacidade de Retenção Máxima de Água dos Solos (S)

O Mapa de Capacidade de Retenção Máxima de Água dos Solos (S) mostra a distribuição da saturação potencial dos solos. Esta distribuição é decorrente da interação dos seguintes parâmetros: retirada da cobertura vegetal, densidade de ocupação e forma desordenada do padrão de uso da terra que proporcionam a impermeabilização das superfícies, diminuindo as áreas com maior potencial de infiltração (GONÇALVES et al, 2007). No mapa em questão pode ser observada a interferência do uso e da cobertura vegetal na taxa de infiltração natural de água nos solos (Figura 8).

Os solos tipo A possuem as melhores condições para infiltração, as áreas com maior intensidade de impermeabilização restringem a infiltração, aparecendo no mapa como áreas de baixa capacidade de retenção de água. Observa-se que na área de estudo, as regiões com maior densidade de ocupação e as áreas degradadas (RH4 e DC) possuem menores valores de S e as áreas verdes (GS, RF, FCA e FFC) possuem maiores valores de S, ou seja, maior capacidade de retenção da água no solo.

Os solos tipo D na área (cambissolos e gleissolos) possuem uma baixa taxa de infiltração, mesmo quando combinados com a cobertura vegetal, essas áreas apresentam baixa capacidade de retenção de água nos solos.

Nas áreas em que ocorrem os solos tipo B (argissolos) a capacidade de retenção de água no solo é mediana, pois esses tipos de solos possuem uma taxa de infiltração moderada e na área de estudo estão associados regiões de taxa de ocupação média (RH5).

Disponibilidade Hídrica (DH)

O mapa de capacidade de retenção máxima de água dos solos, integrado ao mapa de isoietas resultou no índice de disponibilidade hídrica potencial da área. Esse resultado representa a estimativa percentual da chuva que pode infiltrar em cada ponto ao longo do período de tempo, de forma que se possam considerar as médias das alturas pluviométricas como fator controlador dos processos de disponibilização de águas para os aquíferos (GONÇALVES, 2007).

Na área de estudo o índice varia de 0 a 73% (

Figura 10). Isso significa que em condições ideais de chuva e capacidade de saturação dos solos, no máximo 73% da precipitação naquele determinado ponto corresponde à disponibilidade hídrica potencial.

As regiões com alta taxa de ocupação (RH4), com a presença do grupo hidrológico de solos D e áreas degradadas (DC) apresentam os menores valores percentuais de disponibilidade hídrica potencial. Por outro lado, as áreas com taxas de ocupação média e baixa (RH5 e RH1), as áreas verdes (GS) assim como as áreas com formações florestal do cerrado (FFC) e campestre antropizada (FCA) possuem maior percentual de disponibilidade hídrica potencial.

Disponibilidade Hídrica (DH) e Consumo

São Sebastião, dadas suas as condições geológicas favoráveis, tem como fontes exclusivas de abastecimento poços tubulares profundos. A gestão desses recursos é feita pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – CAESB.

O Mapa de Disponibilidade e Consumo (*Figura 9*) cruza os dados de disponibilidade hídrica com os dados de consumo da Caesb no período de 06/2013 a 07/2014. O cruzamento desses dados é importante para a gestão dos recursos hídricos na região, visto que o aquífero em que a área se encontra é muito explorado, sendo necessária a gestão desses recursos para a sustentabilidade deste aquífero.

Observa-se, logicamente, que as áreas mais ocupadas (RH5 e RH4) possuem um menor índice de disponibilidade hídrica e consomem uma quantidade maior de água, tornando-se áreas críticas para infiltração.

Áreas pouco ocupadas também possuem um consumo considerável, porém de forma pontual e possuem maior índice de disponibilidade hídrica, tornando-se áreas potenciais para a alimentação (recarga) do aquífero.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados a disponibilidade hídrica decorre da integração dos tipos de solo, tipos de uso e variação da altura pluviométrica média.

Na área a taxa de ocupação é intimamente associada à impermeabilização, de forma que, quanto maior a taxa de ocupação, maior impermeabilização, o que é reflexo da ocupação desordenada e escassez de áreas verdes no meio da malha urbana.

A impermeabilização afeta os processos de recarga, tendo em vista que a renovação dos aquíferos tem início no processo de infiltração que ocorre na superfície.

A sobreexploração de um aquífero pode torná-lo insustentável, por esse motivo o monitoramento do consumo da água na região de São Sebastião é de suma importância e a associação desses dados com a disponibilidade nos fornece possibilidades de gerir a utilização desses recursos.

Recomenda-se a preservação das áreas que apresentaram maior índice de disponibilidade hídrica, pois são áreas de recarga importantes para a sustentabilidade do aquífero.

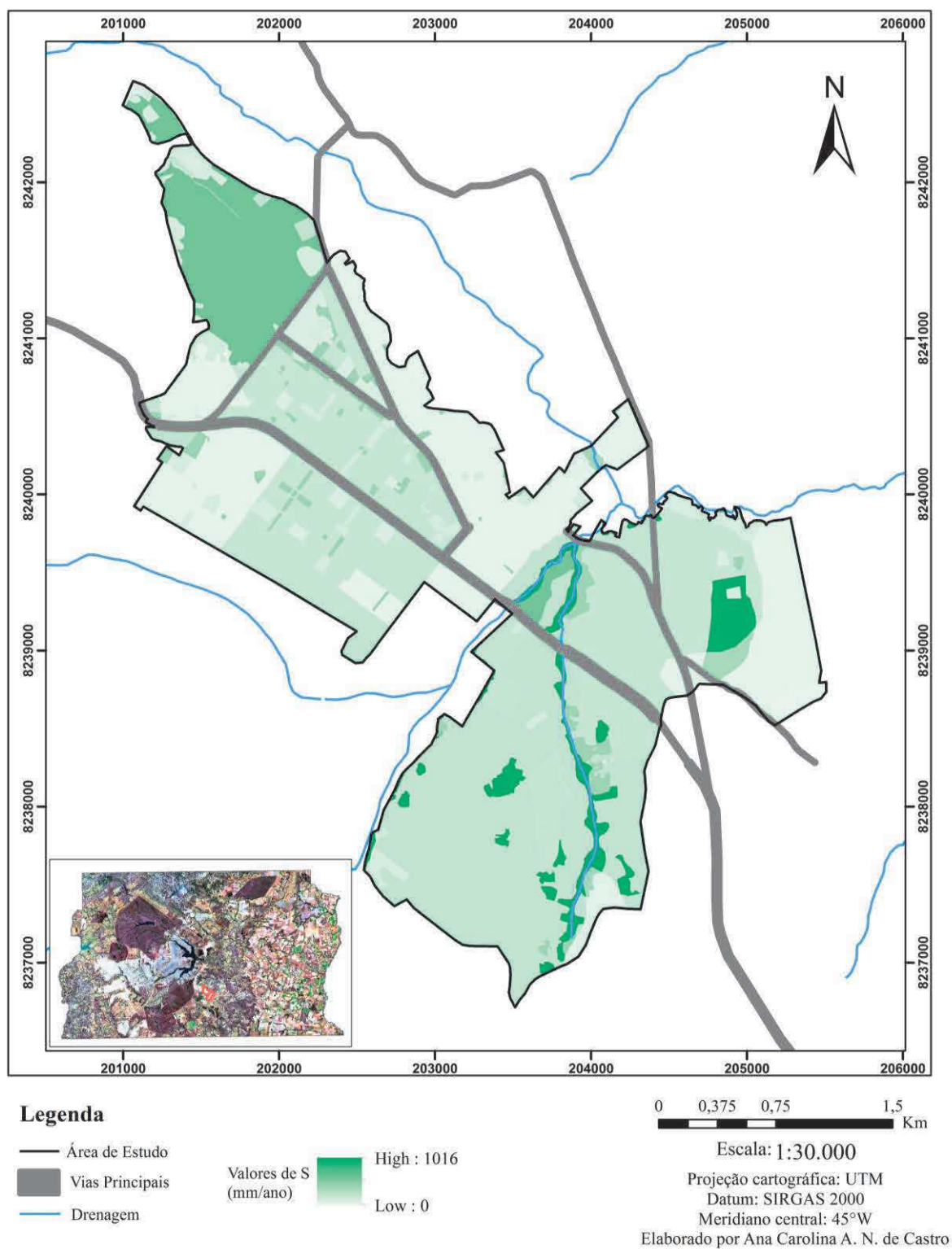


Figura 9 - Mapa de Capacidade de retenção máxima de água nos solos(S).

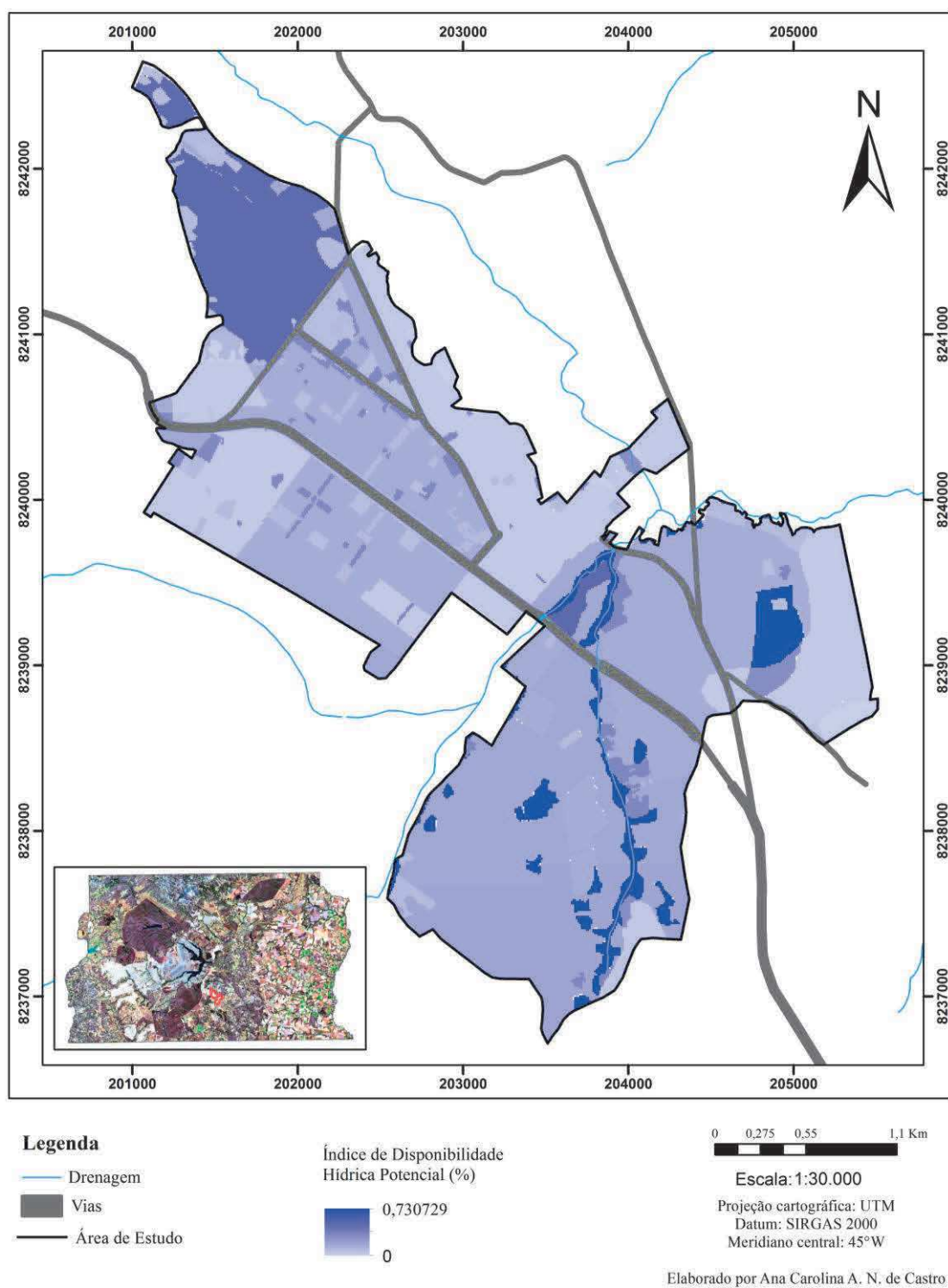


Figura 10 - Mapa de Disponibilidade Hídrica Potencial.

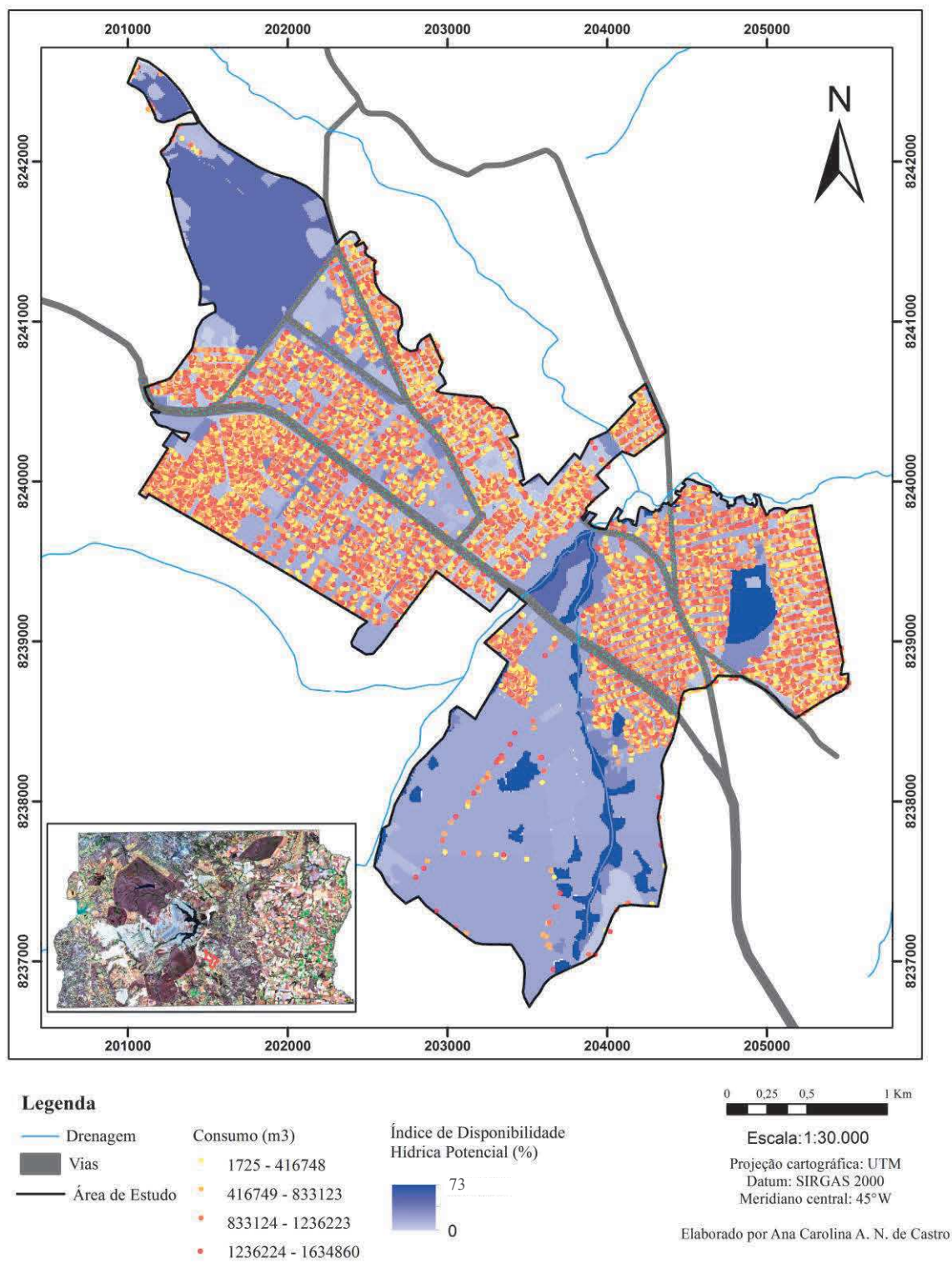


Figura 91 - Mapa de Disponibilidade e Consumo.

Agradecimentos Os autores expressam agradecimentos ao Instituto de Geociências da Universidade de Brasília, aos professores e técnicos que deram todo apoio para a realização deste artigo. Agradecem as instituições que prontamente disponibilizaram seus dados.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A.N. **Os domínios morfoclimáticos na América do Sul: primeira aproximação.** Geomorfologia. São Paulo: Universidade de São Paulo – USP, v. 52, p.17-28, 1977.

BRAUN, O.P.G. Contribuição à geomorfologia do Brasil Central. Revista Brasileira de Geografia, v. 32, n. 3, p. 3-39. 1971.

CAMPOS, J.E.G., **Hidrogeologia do distrito Federal: subsídios para a gestão dos recursos hídricos subterrâneos.** Rev. Bras. Geoc., 1:41- 48. 2004.

EMBRAPA. Bioma Cerrado. Disponível em:

<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/Abertura.html>>. [Acesso em 10/Dez/2014].

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Embrapa Solos. Rio de Janeiro, RJ. 2006.

FREITAS - SILVA F. H & CAMPOS J. E. G **Hidrogeologia do Distrito Federal.** In: IEMA. Inventário Hidrogeológico e dos Recursos Hídricos Superficiais do Distrito Federal, vol. IV,1998. Brasília, IEMA/SEMATEC/UnB, 85p. 1998.

FUCK, R.A. 1994. **A faixa Brasília e a Compartimentação Tectônica na Província Tocantins.** In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO -OESTE, 4. Brasília, 1994. Anais...Brasília, SBG, p.184-187.

GONÇALVES, T. D.; CAMPOS, J. E. G.; BATISTA, G. T.; DINIZ, H. N.; TARGA, M. S. **Metodologia para elaboração de mapas hidrogeológicos: estudo de caso da bacia hidrográfica do rio da Palma, DF, Brasil.** Ambiente e Água. Taubaté: Universidade de Taubaté, São Paulo, v. 2, p. 47-68, 2007.

GONÇALVES, T. D., 2007. **Geoprocessamento como ferramenta para a gestão dos recursos hídricos subterrâneos na região do Distrito Federal.** Universidade de Brasília/Instituto de Geociências. Brasília, Brazil. (M.Sc. dissertation). 225 p

GONÇALVES, T.D.; ROIG, H. L.; CAMPOS, J. E. G. **Sistema de informação geográfica como ferramenta de apoio à outorga dos recursos hídricos subterrâneos no Distrito Federal.** In: Revista Brasileira de Geociências, v. 39, n. 1, p. 169-180, 2009.

HÖFER, R. *et al.* Chapter 7 Urban Structure Types and their impact on water resources: a case study in the Distrito Federal do Brazil. [S.l.]: [s.n.], 2013.

KING, L.C.A. **A geomorfologia do Brasil Central.** Revista Brasileira de Geografia, v. 18, n. 2, p.445 147-256, 1956.

LIMA, J. D. C. V. **Análise da ferramenta ArcCN RUnoff na simulação de infiltração do escoamento superficial de água na microbacia hidrográfica do córrego capetinga, Distrito Federal..** 50 f. Monografia de Especialização Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

LOMBARDI-NETO, F.; BELLINAZZI JÚNIOR, R.; GALETI, P. A.; LEPSCH, I. F.; OLIVEIRA, J. B. **Nova abordagem para cálculo de espaçamento entre terraços.** Simpósio sobre terraceamento agrícola. Campinas, 1989. Fundação Cargill. P. 99 – 124.

MARINI, O.J.; FUCK, R.A.; DANNI, J.C. - 1981 - **A evolução geotectônica da Faixa Brasília e seu embasamento**. In: SIMP. SOBRE O CRATON DO SÃO FRANCISCO E SUAS FAIXAS MARGINAIS. Salvador, 1981. Anais... Salvador, SBG/BA. p.100-113

MARTINS, E. S. & BAPTISTA, G.M.M. **Compartimentação geomorfológica e sistemas morfodinâmicos do Distrito Federal**. In: Inventário Hidrogeológico e dos Recursos Hídricos Superficiais do Distrito Federal. NOVAES PINTO, M. **Unidades geomorfológicas do Distrito Federal**. Geografia, Rio Claro, v. 11, n. 21, p. 29 – 109, 1986.

SARTORI, A.. **Avaliação da classificação hidrológica do solo para determinação do excesso de chuva do método do serviço de conservação do solo dos Estados Unidos**. Universidade de Campinas, Campinas – SP, dissertação de Mestrado, 2004 159p.

SOUZA, M.T. & CAMPOS, J.E.G. **O papel dos regolitos nos processos de recarga de aquíferos do Distrito Federal**. Revista Escola de Minas, 54 (3) 81-89. 2001

OGROSKY H.O. & MOCKUS V. **Hydrology of agricultural lands**. Sec. 21 in Handbook of hydrology by V.T. Chow. New York, McGraw Hill Book Co. 1964., p.1-79.

ANEXO

Dados institucionais utilizados neste estudo – formato matricial

Dado	Data	Formato	Resolução	Projeção	Datum	Fonte
Ortofoto 2013	2013	Geotif	0,1	UTM – Z23	Sirgras2000	Terracap

Dados institucionais utilizados neste estudo – formato vetorial

Dado	Data	Formato	Projeção	Datum	Fonte
Vias	2010	Shapefile	UTM – Z23	SICAD	SEDHAB
Quadras	2010	Shapefile	UTM – Z23	SIRGAS2000	TERRACAP
Consumo de água	2013 – 2014	Shapefile	Não Proj.	SICAD	CAESB
Mapa de Solos	1978	Shapefile	UTM – Z23	SIRGAS2000	EMBRAPA